

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Hideo KIDOH Serial No.: Currently unknown Filing Date: Concurrently herewith For: SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER	
--	--

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**

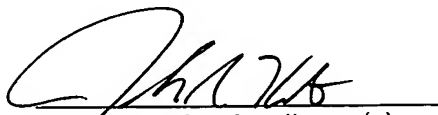
Mail Stop PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of each of Japanese Patent Application Nos. 2003-027662 filed February 4, 2003 and 2003-375990 filed November 5, 2003, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b. Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: January 26, 2004

  
Attorneys for Applicant(s)  
Joseph R. Keating  
Registration No. 37,368

Christopher A. Bennett  
Registration No. 46,710

KEATING & BENNETT LLP  
10400 Eaton Place, Suite 312  
Fairfax, VA 22030  
Telephone: (703) 385-5200

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月 4日  
Date of Application:

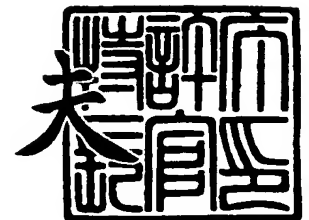
出願番号 特願2003-027662  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2003-027662]

出願人 株式会社村田製作所  
Applicant(s):

2004年 1月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3108414



【書類名】 特許願

【整理番号】 DP030024

【提出日】 平成15年 2月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 9/145

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田  
                            製作所内

    【氏名】 木藤 英雄

【特許出願人】

    【識別番号】 000006231

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

    【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

    【識別番号】 100086597

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 宮▼崎▲ 主税

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 004776

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9004892

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水晶基板と、

前記水晶基板上において表面波伝搬方向に隔てられた入力側 I D T 電極及び出力側 I D T 電極とを備え、

前記入力側及び出力側の I D T 電極が、A l または A l 合金からなる電極層を主たる電極層として有し、該入力側及び出力側の I D T 電極の膜厚を  $h$ 、表面波の波長を  $\lambda$  としたときに、電極膜厚比  $h/\lambda$  が 0.035 より大きく、0.06 以下の範囲にあり、速度分散性がマイナスの値であることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】 前記入力側 I D T 電極及び出力側 I D T 電極の少なくとも一方が S P U D T 電極である、弾性表面波フィルタ。

【請求項 3】 前記 A l または A l 合金からなる電極層に積層されており、A l 以外の金属からなる少なくとも 1 層の電極層をさらに備える、請求項 1 または 2 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 4】 前記水晶基板が、オイラー角  $(0, \theta, 0)$  の S T カット水晶基板であり、前記オイラー角の  $\theta$  が、

$\theta = \{-3 \cdot (H/\lambda) \times 100 + 134\} \pm 1$  の範囲にあることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば帯域フィルタとして用いられる弾性表面波フィルタに関し、より詳細には、水晶基板上に A l または A l 合金からなる電極層を有する電極が形成されているトランスバーサル型の弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば携帯電話用 I F フィルタでは、トランスバーサル型の弾性表面波



フィルタが使用されている。トランスバーサル型弾性表面波フィルタでは、挿入損失が大きいという問題がある。

#### 【0 0 0 3】

そこで、従来、一方向性電極を用いて挿入損失の低減を図った弾性表面波フィルタが種々提案されている。

下記の非特許文献 1 には、一方向性電極の 1 種である S P U D T (Single Phase Uni-Directional Transducer) の設計方法が示されている。非特許文献 1 に記載のように、S P U D T の設計に際しては、I D T における再励起波を相殺するように反射の重み付けを施されている。そのため、低損失化を果たすことができ、かつトリプルランジットエコー (T T E) によるリップルを低減することができる。

#### 【0 0 0 4】

しかしながら、フィルタの帯域幅は、基本的には I D T の励振の重み付けにより決定される。従って、シェイプファクタすなわちフィルタ特性の急峻性を改善したり、狭帯域化を果たすには、I D T の電極指の対数を増加させねばならなかった。そのため、小型化が困難であるという問題があった。

#### 【0 0 0 5】

このような問題を解決するものとして、下記の特許文献 1 には、小型化とシェイプファクタの改善や狭帯域化を果たすことを可能とする構成が開始されている。ここでは、I D T 内に、順方向と逆方向の反射エレメントを配置し、局所的な共振を起こさせることにより、インパルスの持続時間が延長され、それによって I D T の小型化が図られている。

#### 【0 0 0 6】

なお、下記の特許文献 2 ～ 4 にも、S P U D T 電極を用いた弾性表面波フィルタが開示されている。また、特許文献 2 ～ 4 では、Y カット水晶基板上に、A 1 からなる S P U D T 電極を形成した構造が示されている。また、特許文献 2 ～ 4 においては、電極膜厚  $h$  と表面波の  $\lambda$  との膜厚比  $h/\lambda$  が 0. 0 0 5 ～ 0. 0 3 5 の範囲が好ましい旨が示されている。

#### 【0 0 0 7】

**【非特許文献1】**

電子通信学会論文誌 '86/10 Vol. J69-C No. 10、1  
297～1308頁

**【特許文献1】**

アメリカ合衆国特許第5,703,427号

**【特許文献2】**

特開2000-91869号公報

**【特許文献3】**

特開2001-53581号公報

**【特許文献4】**

特開2001-332955号公報

**【0008】****【発明が解決しようとする課題】**

上記のように、特許文献1に記載の弾性表面波フィルタでは、SPUDTを用いた構造において、大幅な小型化とシェイプファクタとの改善とを両立することができるとされている。しかしながら、従来に比べて大幅な小型化が可能となったとはいえども、小型化とシェイプファクタの改善や狭帯域化とは相反する要求である。従って、特許文献1に記載の先行技術においても、このような要求を十分に満たすことは困難であった。

**【0009】**

特に、携帯電話の中でも、CDMA One用の受信側帯域フィルタでは、比帯域幅が1.1%とかなり狭い帯域を有し、かつシェイプファクタの良好な特性が求められている。さらに、表面波フィルタの小型化もより一層強く求められている。

**【0010】**

従って、上記特許文献1に記載の弾性表面波フィルタでも、このような厳しい要求を満たすには十分ではなかった。特に、素子の小型化はより一層強く求められてきており、特許文献1に記載のR-SPUDTを用いた弾性表面波フィルタでは、狭帯域かつ良好なシェイプファクタを有する弾性表面波フィルタのさらな

る小型化を図ることは非常に困難であった。

#### 【0011】

本発明の目的は、上述した従来技術の現状に鑑み、より一層小型化を進めた場合であっても、シェイプファクタの改善及び狭帯域化を図ることができる、弾性表面波フィルタを提供することにある。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本願の第1の発明は、水晶基板と、前記水晶基板上において表面波伝搬方向に隔てられた入力側IDT電極及び出力側IDT電極とを備え、前記入力側及び出力側のIDT電極が、AlまたはAl合金からなる電極層を主たる電極層として有し、該入力側及び出力側のIDT電極の膜厚を $h$ 、表面波の波長を $\lambda$ としたときに、電極膜厚比 $h/\lambda$ が0.035より大きく、0.06以下の範囲にあり、速度分散性がマイナスの値であることを特徴とする、弾性表面波フィルタである。

#### 【0013】

本発明では、好ましくは、前記入力側IDT電極及び出力側IDT電極の少なくとも一方がSPUDT電極である、弾性表面波フィルタである。

#### 【0014】

本発明のある特定の局面では、前記AlまたはAl合金からなる電極層に積層されており、Al以外の金属からなる少なくとも1層の電極層をさらに備える。

#### 【0015】

本発明の別の特定の局面では、前記水晶基板が、オイラー角 $(0, \theta, 0)$ のSTカット水晶基板であり、前記オイラー角の $\theta$ が、 $\theta = \{-3 \cdot (H/\lambda) \times 100 + 134\} \pm 1$ の範囲にある。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

#### 【0017】

## (第1の実施形態)

図1(a)及び(b)は、本発明の一実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図及び該弾性表面波フィルタに用いられているSPUDTを示す模式的平面図である。

## 【0018】

弾性表面波フィルタ1では、例えばオイラー角(0, 116, 0)のSTカット水晶基板2が用いられている。水晶基板2上に、表面波伝搬方向に隔てられて、入力側IDT電極3及び出力側IDT電極4が形成されている。IDT電極3, 4の外部にはダンピング材5a, 5bが形成されている。また、IDT電極3, 4間にシールド電極6が形成されている。本実施形態では、入力側IDT電極3及び出力側IDT電極4は、図1(b)に示されているUnbalanced Dual Finger構造のSPUDT電極7により構成されている。このSPUDT電極7の詳細は、以下の通りである。

## 【0019】

中心周波数に相当する表面波の波長を $\lambda$ とすると、 $\lambda/16$ 幅と $3\lambda/16$ 幅の同極性の電極指が $\lambda/8$ の間隔で対をなし、それが表面波伝搬方向に周期的に配置された構造である。

## 【0020】

なお、IDT電極3, 4はリフトオフ法により形成した。

また、上記入力側IDT電極3及び出力側IDT電極4は、A1からなり、その膜厚hは、電極膜厚比 $h/\lambda$ が0.06となるように構成されている。本明細書において、電極膜厚比とは、表面波の波長を $\lambda$ としたときに、 $h/\lambda$ で表される値である。そして、この電極膜厚比 $h/\lambda$ が0.06とされているため、後述するように速度分散性がマイナスの値となり、狭帯域であり、かつ良好なシェイプファクタを実現することができる。これを、図2及び図3を参照して説明する。

## 【0021】

図2は、上記のようにして構成された本実施形態の弾性表面波フィルタ1についての減衰量周波数特性を示す図であり、実線が実測値を、破線がモード結合理



論 (COM) によるシミュレーション結果を示す。実測値及びシミュレーション結果のいずれにおいても、シェイプファクタはほぼ同等であるが、シミュレーション波形に対して、実測波形の方が狭帯域となっていることがわかる。

#### 【0022】

また、シミュレーション波形では、IDTにおける表面波の励振や反射を考慮しているにもかかわらず、実測波形とは帯域幅が一致していない。そこで、本願発明者は、この原因を調査したところ、IDT電極3, 4の膜厚が厚くなると、表面波の速度分散性が大きくなり、これが帯域幅に影響し、実測波形がシミュレーション結果に比べて狭帯域となっているのではないかと推測した。すなわち、水晶基板においては通常は発現しないと考えられていた速度分散性が電極膜厚を高めると現れているのではないかと考えた。

#### 【0023】

そこで、上記シミュレーションにおいて、下記の式(1)に示すように、速度分散性をも考慮して音速Vを決定し、再度シミュレーションを行った。

#### 【0024】

$$V = V_0 + A_1 \cdot \{ (f - f_c) / f_c \} \cdot V_0 \quad \cdots \text{式 (1)}$$

#### 【0025】

なお、式(1)において、Vは表面波の音速、 $V_0$ は自由表面における表面波の音速、 $A_1$ は速度分散性の一次の係数、fは各計算ポイントでの周波数、 $f_c$ は中心周波数を示す。

#### 【0026】

上記式(1)に従って速度分散性を盛り込み、再度シミュレーションを行った。速度分散性を盛り込んだシミュレーションに際しては、上記速度分散性の一次の係数を種々変化させた。図3のシミュレーション結果は、速度分散性の一次の係数が-0.127の場合のシミュレーション波形を示す。なお、図3では、比較のために、図2に示した実測波形を再度実線で示す。

#### 【0027】

図3から明らかなように、速度分散性の一次の係数を-0.127とした場合、シミュレーション波形と実測波形の帯域幅がほぼ一致することがわかる。すな

わち、上記シミュレーション結果から明らかなように、電極膜厚比を 0.06 とした場合には、上記速度分散性の一次の係数が -0.127 程度となり、水晶基板においても速度分散性が発現していることが確かめられた。よって、本実施例では、速度分散性が生じない場合に比べて、同じ素子サイズで、良好なシェイプファクタを保ったまま狭帯域の弾性表面波フィルタを構成し得ることがわかる。

#### 【0028】

##### (第2の実施形態)

第2の実施形態では、水晶基板2として、オイラー角(0, 119.75, 0)のSTカット水晶基板を用いた。この水晶基板上に、A1を電極膜厚比が0.04となるように全面に形成した後、ウェットエッチングにより、SPUDT電極からなる入力側IDT電極3及び出力側IDT電極4を形成した。なお、SPUDT電極は、EWC構造(Electrode Width Controlled構造)のものをを用いた。このようにして、 $5.0 \times 11.4$  mmの平面形状の弾性表面波フィルタを製作した。

#### 【0029】

上記のようにして構成された弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を測定した。図4に、実測波形を実線で、速度分散性を考慮しない場合のシミュレーション波形を破線で示す。第1の実施形態の場合ほど顕著ではないが、やはり、シミュレーション波形に比べて、実測波形の方が狭帯域の特性を示すことがわかる。

#### 【0030】

次に、第1の実施形態の場合と同様に、式(1)のように速度分散性を盛り込んで、かつ速度分散性の一次の係数を種々変化させて再度シミュレーションを行った。その結果、速度分散性の一次の係数が -0.032 である場合、図5に破線で示すシミュレーション波形が得られた。なお、図5の実線は、図4に示した実線の実測波形と同一である。

#### 【0031】

図5から明らかなように、速度分散性の一次の係数を -0.032 とした場合、実測波形とシミュレーション波形の帯域幅がほぼ一致することがわかる。

次に、電極膜厚比を 0.022 としたことを除いては、第2の実施形態と同様

にして、弾性表面波フィルタを構成し、減衰量周波数特性を測定した。結果を図 6 に実線で示す。また、図 6 の破線は、この弾性表面波フィルタにおいて、速度分散性を考慮しないでシミュレーションして得られたシミュレーション波形を示す。

#### 【0032】

図 6 から明らかなように、電極膜厚比が 0.022 の場合には、速度分散性を考慮しないでシミュレーションして得られたシミュレーション波形と、実測波形との帯域幅はほぼ一致していることがわかる。

#### 【0033】

上記のように、第 1、第 2 の実施形態では、速度分散性の一次の係数を、それぞれ、 $-0.127$  及び  $-0.032$  とした場合、シミュレーションにより、実測波形とシミュレーション波形がほぼ同一となり、電極膜厚比が 0.022 の場合には速度分散性を考慮しない場合であっても、シミュレーション波形と実測波形の帯域幅が一致していることがわかった。そこで、これらの結果に基づいて、本願発明者は、電極膜厚比  $h/\lambda$  と速度分散性の一次の係数とに相関があると考え、両者の関係をプロットした。結果を図 7 に示す。

#### 【0034】

図 7 から明らかなように、電極膜厚比が 0.035 を超えると、速度分散性が無視できなくなり、電極膜厚比  $h/\lambda$  が増加するにつれて、速度分散性の一次の係数の絶対値が大きくなることがわかる。従って、速度分散性の一次の係数がマイナスの値であり、かつその絶対値が大きい領域となるように電極膜厚比  $h/\lambda$  を設定することにより、同じ対数の IDT 電極を用いた場合であっても、弾性表面波フィルタの狭帯域化を図り得ることがわかる。

#### 【0035】

言い換えれば、図 7 から明らかなように、電極膜厚比  $h/\lambda$  を 0.035 より大きくして、速度分散性の一次の係数をマイナスの値とすることにより、上記のように狭帯域のフィルタ特性の得られることがわかる。

#### 【0036】

図 8 は、オイラー角  $(0, 123.5, 0)$  の水晶基板上に電極膜を形成した

場合の電極膜厚比と、有限要素法により求められた表面波の音速との関係を示す図である。前述した図7では、電極膜厚比が0.035より大きくなると、速度分散性の一次の係数がマイナスとなることがわかる。そして、図8から明らかなように、電極膜厚比が0.035より大きくなると、電極膜厚比の変化に対する音速の変化が大きくなることがわかる。

#### 【0037】

弾性表面波フィルタにおいて、周波数が、目標中心周波数  $f_c$  からずれると、表面波の波長  $\lambda$  が、中心周波数に相当する波長  $\lambda_c$  からずれることになる。そのため、周波数が目標中心周波数  $f_c$  から  $\Delta f$  だけ離れるに従い、電極膜厚比の値が変わることになる。すなわち、周波数のずれ量  $\Delta f$  が同じである場合には、電極膜厚比  $h/\lambda$  が大きい場合と小さい場合とでは、大きい場合の方が音速の変化が大きくなることがわかる。

#### 【0038】

図1～図8に示した結果から、トランスバーサル型の弾性表面波フィルタでは、電極膜厚比  $h/\lambda$  を0.035より大きくすることにより、速度分散性の一次の係数をマイナスの値とすることができ、電極の対数を増加させることなく狭帯域化を図り得ることがわかる。特に、SPUDT電極を構成した場合には、電極膜厚比の増加に伴って反射係数も大きくなるため、シェイプファクタも効果的に改善される。

#### 【0039】

もっとも、上記電極膜厚比  $h/\lambda$  が大きくなり過ぎると、電極の形成が困難となる。中心周波数が高い場合には電極ピッチが小さくなり、中心周波数が低い場合には電極膜厚が厚くなる。従って、製造上の理由により、電極膜厚比には上限が存在する。ウエットエッチング、ドライエッチングまたはリフトオフなどの電極形成方法を用いた場合には、電極膜厚比の上限は0.06程度である。

#### 【0040】

よって、本発明では、電極膜厚比が0.035より大きく、0.06以下の範囲とされ、速度分散性がマイナスの値であることにより、上記のように弾性表面波フィルタの狭帯域化を確実に図ることができ、特にSPUDT電極によりID

T電極を構成した場合には、シェイプファクタも効果的に改善される。

#### 【0041】

他方、弾性表面波フィルタの周波数温度特性を良好とするには、電極膜厚比毎に周波数の温度依存性における頂点温度が動作温度範囲の中心、通常室温付近となるように、水晶基板のカット角を選択する必要がある。従って、オイラー角表示で  $(0, \theta, 0)$  で表記される ST カット水晶基板において、電極膜厚比  $h/\lambda$  毎に使用される基板の  $\theta$  を選定する必要がある。

#### 【0042】

図9は、電極膜厚比  $h/\lambda$  が 0.04 の場合、オイラー角の  $\theta$  を変化させた場合の弾性表面波フィルタの周波数の頂点温度の変化を示す。図9から明らかなように、 $\theta$  が  $1^\circ$  増加すると、頂点温度が約  $10^\circ\text{C}$  低くなることがわかる。

#### 【0043】

他方、上記弾性表面波フィルタにおける電極膜厚比を変化させた場合の周波数温度特性の頂点温度の変化を、 $(0, 122^\circ, 0)$  の ST カット水晶基板を用いて調べた。結果を図10に示す。

#### 【0044】

図10から明らかなように、電極膜厚比  $h/\lambda$  が 0.01 増加すると、頂点温度が約  $30^\circ\text{C}$  低下することがわかる。

#### 【0045】

第1の実施形態では、頂点温度が約  $25^\circ\text{C}$  であること、図9及び図10の結果を考慮すると、頂点温度を室温付近に設定するには、下記の式(2)を満たせばよいことがわかる。

#### 【0046】

$$\theta = -3 \cdot \{ (h/\lambda) \times 100 \} + 134 \quad \cdots (2)$$

#### 【0047】

携帯電話用部品における使用温度範囲の下限は、通常  $-40 \sim -20^\circ\text{C}$  であり、上限は  $+75 \sim +85^\circ\text{C}$  である。すなわち、高温側及び低温側のいずれにおいても、 $10 \sim 20^\circ\text{C}$  程度の変動がある。このため、頂点温度の目標値も、要求特性に応じて  $10 \sim 20^\circ\text{C}$  程度変動する。よって、好ましくは、式(2)に  $\pm 1^\circ$

の幅を持たせ、

【0048】

$$\theta = \{-3 \cdot (h/\lambda) \times 100 + 134\} \pm 1 \quad \cdots (3)$$

【0049】

とすることが望ましいことがわかる。

以上のように、電極膜厚比  $h/\lambda$  を 0.035 より大きく、0.06 以下とした上で、式(3)を満足するように水晶基板のカット角を選択することにより、小型であり、狭帯域であり、良好な温度安定性を有する弾性表面波フィルタを提供し得ることがわかる。

【0050】

なお、上述した説明では、入力側及び出力側 IDT 電極は Al により構成されていたが、Al を主成分とする Al 合金から構成されていてもよい。さらに、図 11 に示すように、Al または Al 合金からなる電極層 11 上に、Al 以外の金属からなる少なくとも 1 層の電極層 12 が積層されていてもよい。この場合においても、電極全体として Al が主成分とされ得る限り、電極膜厚比を上記特定の範囲とすることにより、速度分散性の一次の係数がマイナスの値となり、本発明の効果をを得ることができる。

【0051】

なお、上記のように速度分散性の一次の係数がマイナスの場合に帯域幅が狭くなる理由を図 12 及び図 13 を参照して説明する。

トランスバーサル型表面波フィルタの 1 つの IDT を図 12 (a) に模式的平面図で示す。このトランスバーサル型表面波フィルタの特性を図 12 (b) に示す。

【0052】

いま、図 12 (a) に示されている 1 つの IDT の電極指の対数を  $N$  とする。また、この表面波フィルタの中心周波数を  $f_c$ 、帯域幅を  $\Delta f$ 、波長を  $\lambda$ 、上記 IDT の長さを  $L$ 、音速を  $V$  とすると、下記の式(4)～(6)が成り立つ。

【0053】

$$\Delta f / f_c = 2 / N \quad \cdots (4)$$

$$V = f \cdot \lambda \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$L = N \lambda_c \quad \dots\dots\dots (6)$$

#### 【0054】

図12 (b) に示す  $f_1$  及び  $f_2$  で減衰極が生じるのは、それぞれの周波数での波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  とした場合に、次の式 (7) 及び (8) が成立するためである。

#### 【0055】

$$L = (N-1) \lambda_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$L = (N+1) \lambda_2 \quad \dots\dots\dots (8)$$

#### 【0056】

すなわち、周波数  $f_1$ ,  $f_2$  では、中心周波数  $f_c$  の場合に比べて IDT 内における位相回転が 1 回転分少ない、あるいは多いことになり、IDT 内で励振できなくなるためと考えられる。

#### 【0057】

上記前提のもとに、周波数  $f_1$  の部分について考えてみる。速度分散性がある場合に、周波数  $f_1$ 、及び中心周波数  $f_c$  における音速をそれぞれ  $V_1$ ,  $V_2$  とする。

#### 【0058】

式 (6)、式 (5) とにより、

$$N \lambda_c = (N-1) \lambda_1$$

$$N V_c / f_c = (N-1) V_1 / f_1$$

$$f_1 = \{ (N-1) V_1 / N V_c \} \cdot f_c$$

$$f_1 = (N-1) / N \cdot (V_1 / V_c) \cdot f_c \quad \dots\dots\dots (9)$$

が得られる。

#### 【0059】

他方、速度分散性の一次の係数がマイナスの場合には、図13 から明らかなように、 $V_1 > V_c$  となる。

従って、式 (9) から速度分散性がない場合、すなわち  $V_1 = V_c$  に比べて、速度分散性がある場合には、周波数  $f_1$  が高くなり中心周波数  $f_c$  に近づくことがわかる。

## 【0060】

同様に、式(6)と、式(8)とから、

$$f_2 = (N+1) / N \cdot (V_2 / V_c) \cdot f_c \quad \cdots \cdots (10)$$

が求められる。速度分散性の一次の係数がマイナスの場合には、 $V_2 < V_c$  であるため、周波数  $f_2$  は、速度分散性がない場合、( $V_1 = V_c$ ) に比べて低くなり、中心周波数  $f_c$  に近づくことになる。

## 【0061】

従って、速度分散性の一次の係数がマイナスの場合には、帯域幅  $\Delta f = f_2 - f_1$  が狭くなることがわかる。

## 【0062】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明に係る弾性表面波フィルタでは、水晶基板上に入力側及び出力側 IDT 電極が、Al または Al 合金からなる電極層を主たる電極層として有する構造において、電極膜厚比  $h/\lambda$  が 0.035 より大きく、0.06 以下の範囲とされ、速度分散性の一次の係数がマイナスの値とされている。従って、小型であり、狭帯域の弾性表面波フィルタを提供することが可能となる。

## 【0063】

また、本発明において上記入力側 IDT 電極及び出力側 IDT 電極の少なくとも一方が SPUDT 電極からなる場合には、シェイプファクタも改善され、小型であり、狭帯域かつ良好なシェイプファクタを有する弾性表面波フィルタを提供することができる。

## 【0064】

本発明において、水晶基板のオイラー角  $(0, \theta, 0)$  の  $\theta$  が上記式(3)の範囲にある場合には、弾性表面波フィルタの周波数温度安定性も高めることも可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

(a) 及び (b) は、本発明の一実施形態に係る弾性表面波フィルタの模式的平面図及び該弾性表面波フィルタに用いられている SPUDT 電極を示す模式的



平面図。

【図 2】

第 1 の実施形態において、電極膜厚比が 0. 0 6 である弾性表面波フィルタの実測された波形と、速度分散性を考慮しないシミュレーションにより得られたシミュレーション波形とを示す図。

【図 3】

第 1 の実施形態において、実測波形と、速度分散性を考慮して得られたシミュレーション波形を示す図。

【図 4】

電極膜厚比  $h/\lambda$  が 0. 0 4 である第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタの実測波形と、速度分散性を考慮せずに得られたシミュレーション波形を示す図。

【図 5】

電極膜厚比  $h/\lambda$  が 0. 0 4 である第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタの実測波形と、速度分散性を考慮して得られたシミュレーション波形を示す図。

【図 6】

電極膜厚比  $h/\lambda$  が 0. 0 2 2 の弾性表面波フィルタのフィルタ波形を示す図であり、実線が実測波形を、破線が速度分散性を考慮しないでシミュレーションして得られたシミュレーション波形を示す図。

【図 7】

電極膜厚比  $h/\lambda$  と速度分散性との一次の係数との関係を示す図。

【図 8】

電極膜厚比  $h/\lambda$  と音速との関係を示す図。

【図 9】

(0,  $\theta$ , 0) の  $\theta$  と、頂点温度との関係を示す図。

【図 1 0】

電極膜厚比  $h/\lambda$  と、頂点温度との関係を示す図。

【図 1 1】

A 1 からなる電極層上に他の電極層が積層されている構造を示す部分切欠断面図。

**【図 1 2】**

(a) 及び (b) は、トランスバーサル型表面波フィルタの I D T を示す模式的平面図及び該表面波フィルタの周波数特性を示す図。

**【図 1 3】**

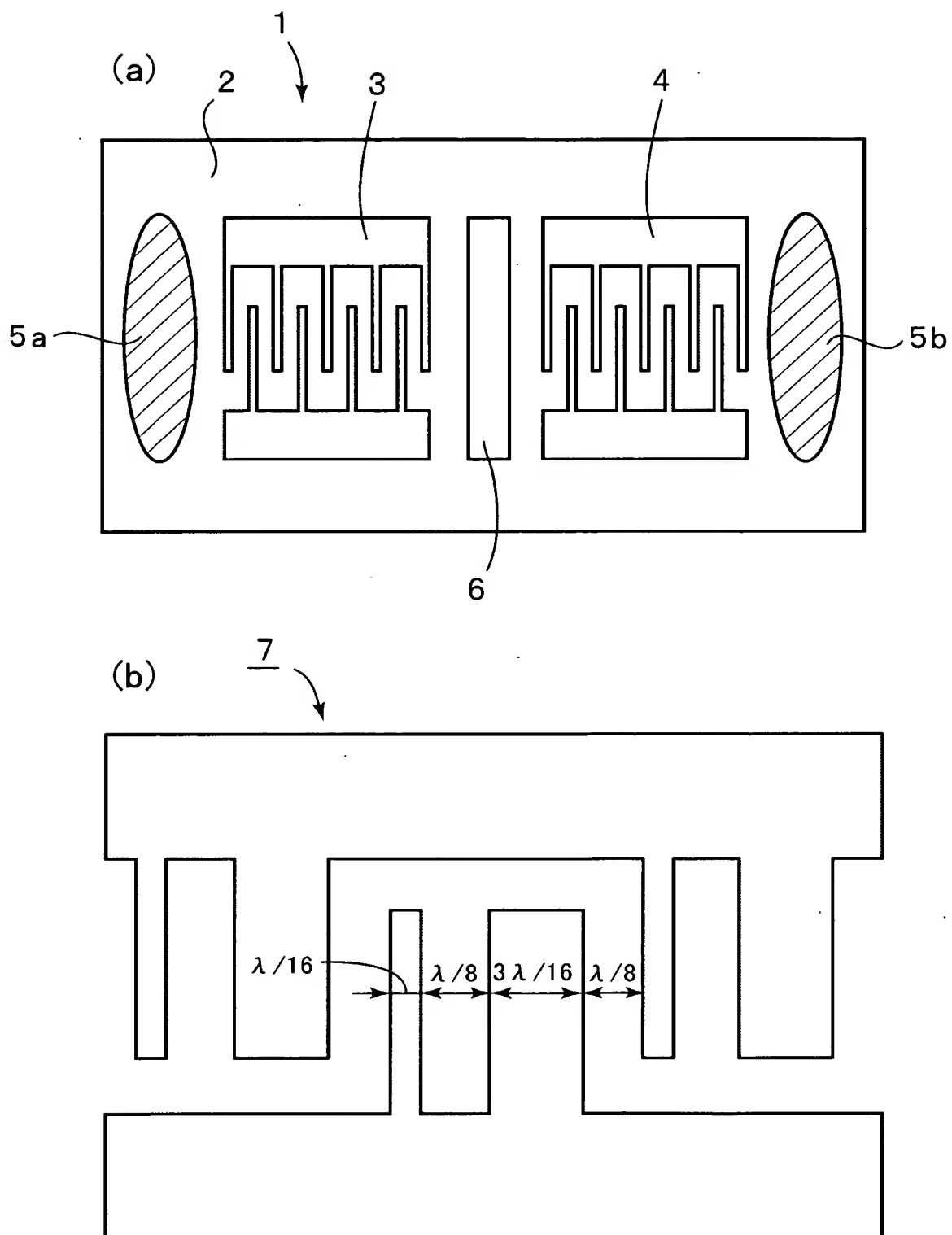
速度分散性の一次の係数がマイナスの場合の周波数と音速との関係を示す図。

**【符号の説明】**

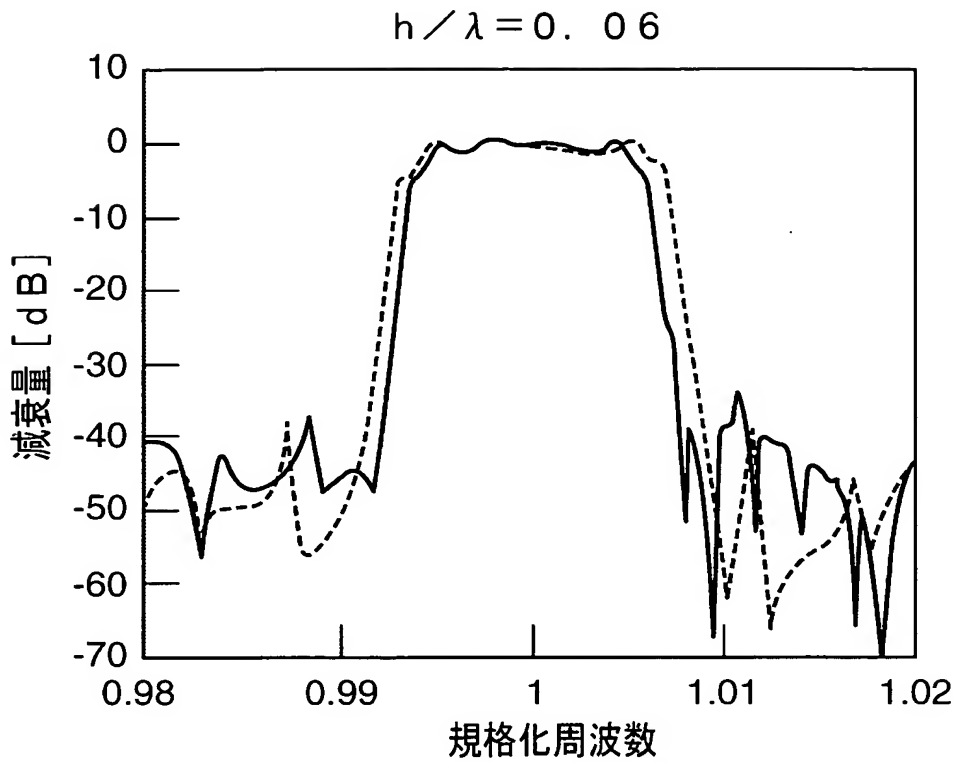
- 1 …弾性表面波フィルタ
- 2 …水晶基板
- 3 …入力側 I D T 電極
- 4 …出力側 I D T 電極
- 7 …S P U D T 電極
- 1 1, 1 2 …電極層

【書類名】 図面

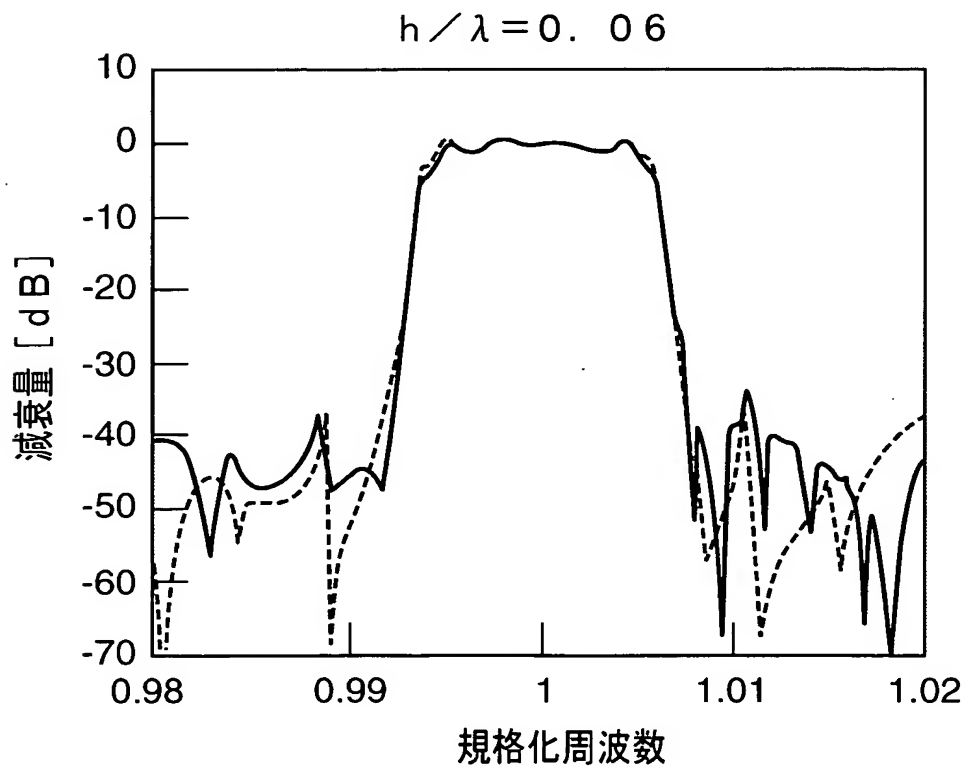
【図 1】



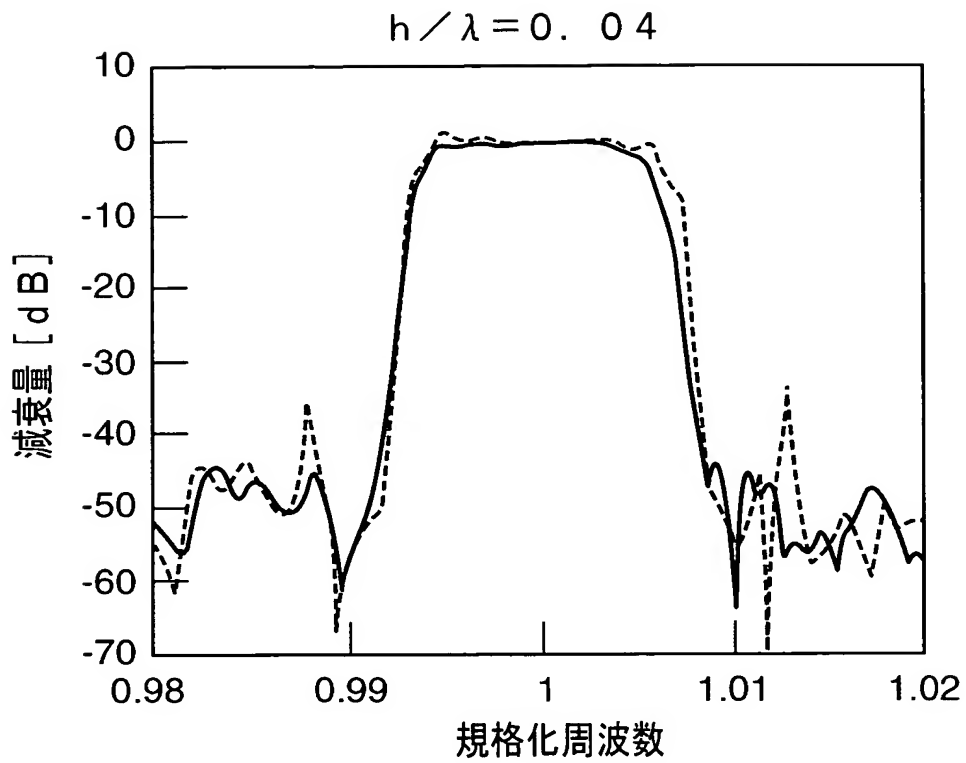
【図 2】



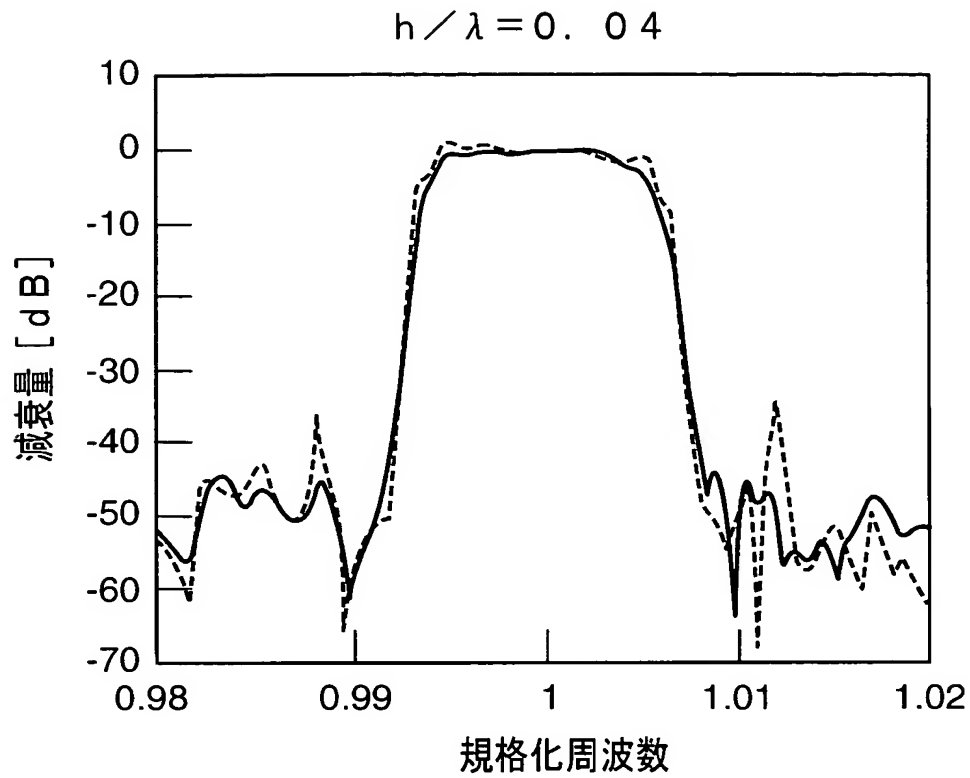
【図 3】



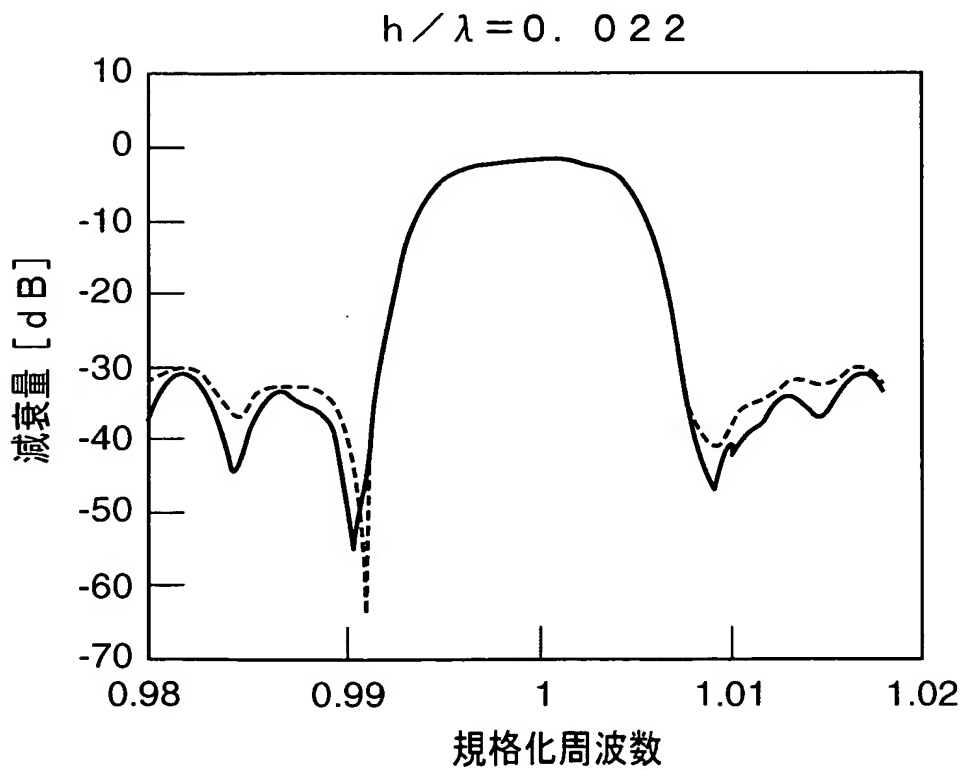
【図 4】



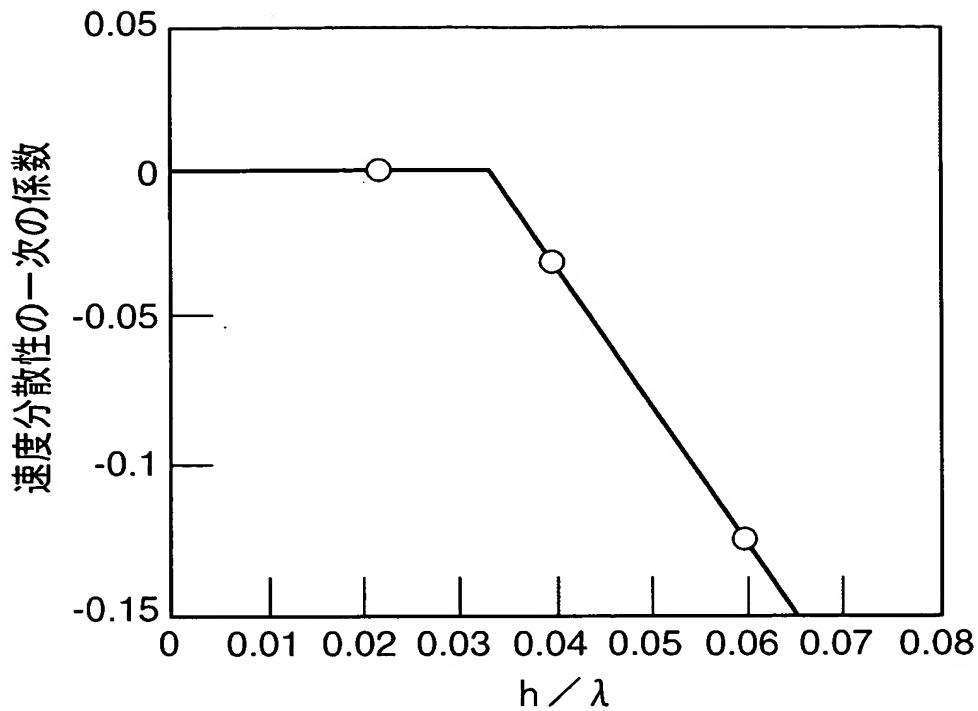
【図 5】



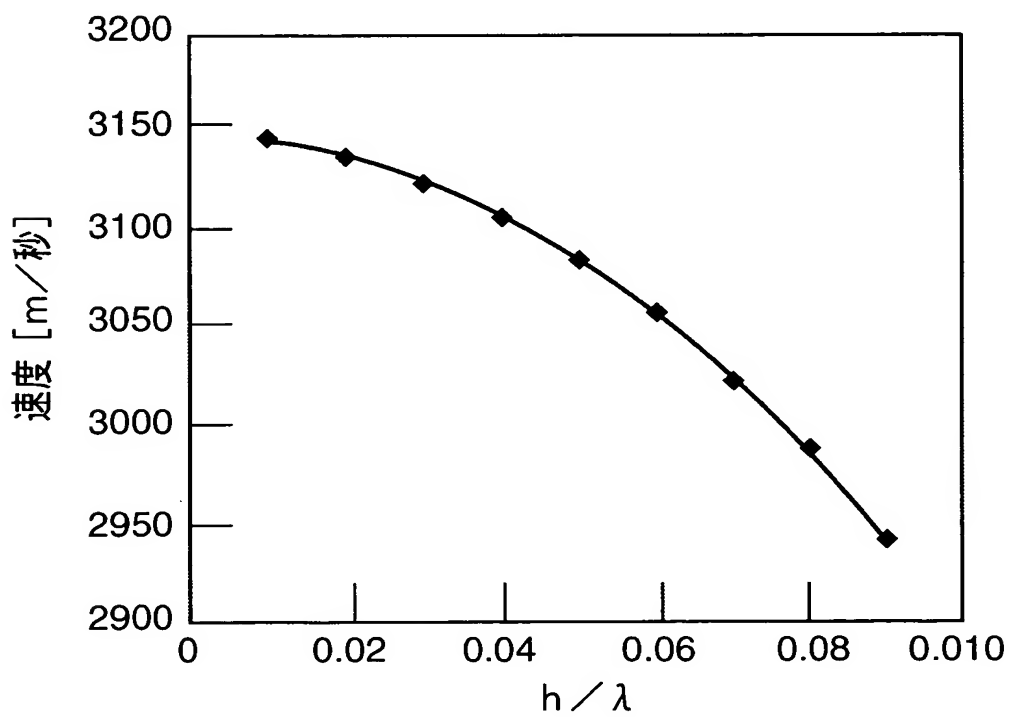
【図 6】



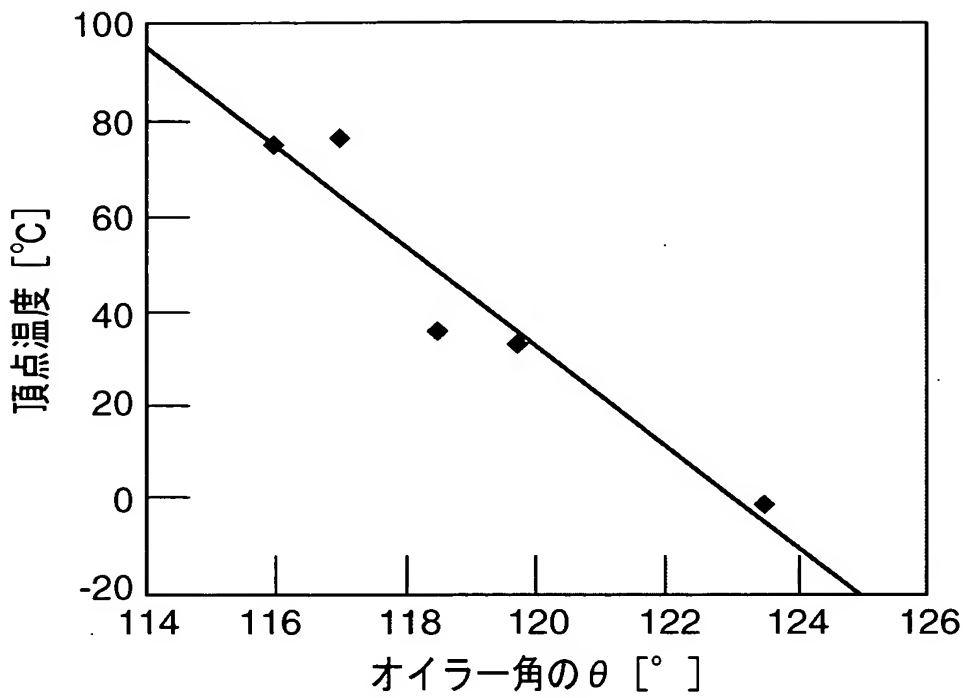
【図 7】



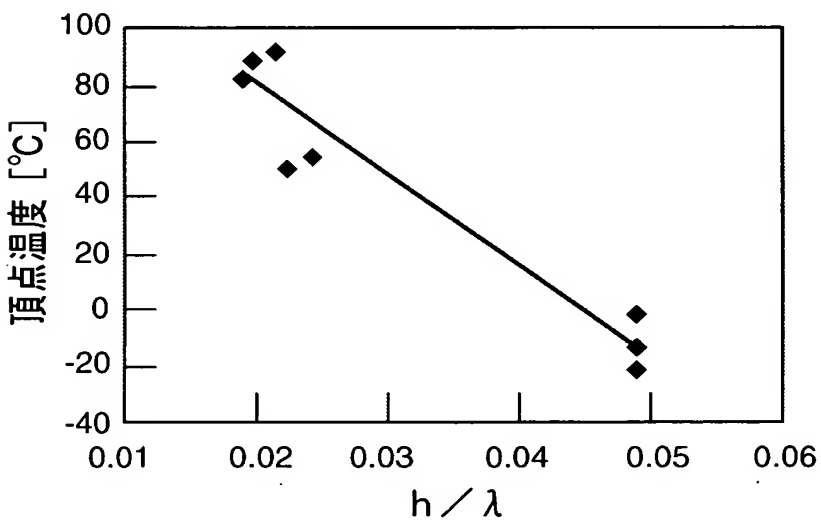
【図 8】



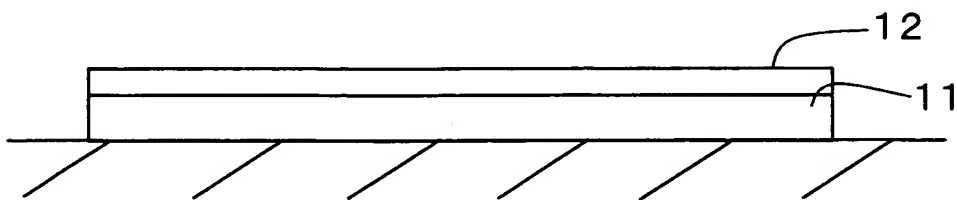
【図 9】



【図 10】



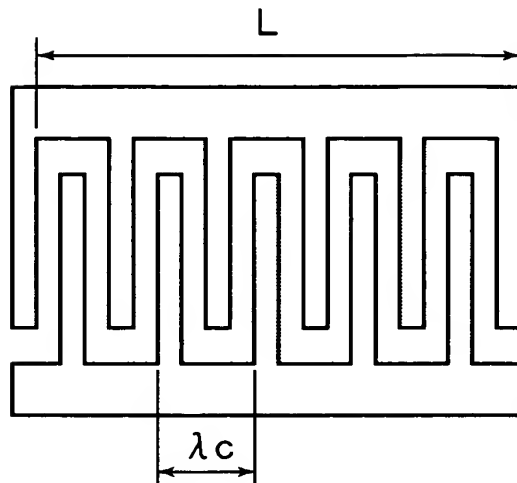
【図 11】



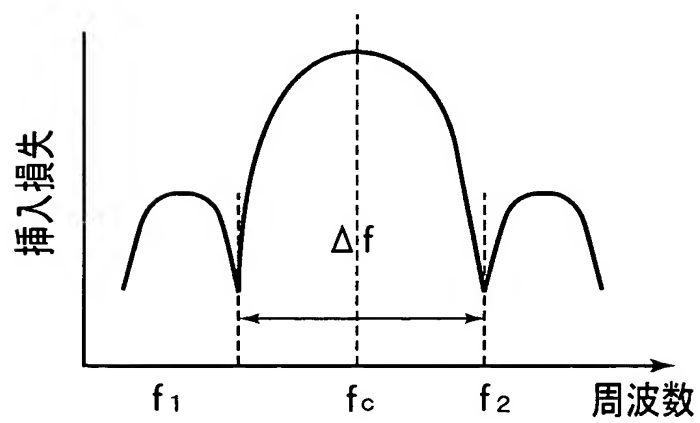


【図 12】

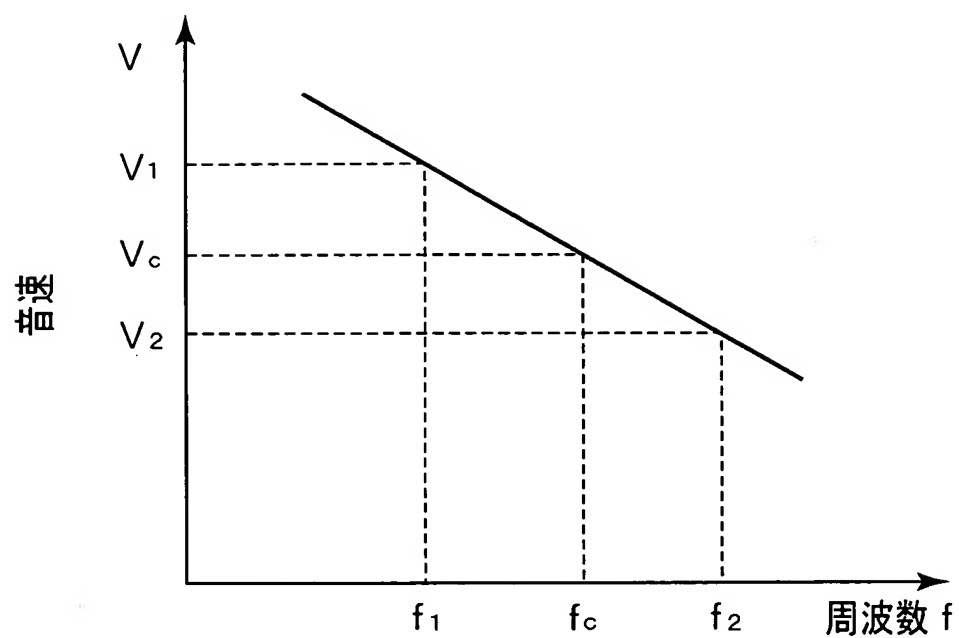
(a)



(b)



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型であり、狭帯域かつ良好なシェイプファクタを有する弾性表面波フィルタを提供する。

【解決手段】 水晶基板 2 上に、表面波伝搬方向に隔てられて入力側 I D T 電極 3 及び出力側 I D T 電極 4 が形成されており、I D T 電極 3, 4 は、A l または A l 合金からなる電極層を主たる電極層として有し、該入力側及び出力側の I D T 電極の膜厚を  $h$ 、表面波の波長を  $\lambda$  としたときに、電極膜厚比率  $h/\lambda$  が 0. 0 3 5 より大きく、0. 0 6 以下の範囲であり、速度分散性の係数がマイナスの値である、弾性表面波フィルタ 1。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 7 6 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 3 1 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年    8 月 2 8 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住    所

京 都 府 長 岡 京 市 天 神 二 丁 目 2 6 番 1 0 号

氏    名

株 式 会 社 村 田 製 作 所